



**EFEKTIVITAS PENGGUNAAN BIJI ASAM JAWA (*Tamarindus Indica* L.)
SEBAGAI BIOKOAGULAN MENGGUNAKAN METODE KOMBINASI
KOAGULASI-FLOKULASI DAN FILTRASI TERHADAP LIMBAH CAIR
INDUSTRI PENGOLAHAN IKAN UD. NAGATA TUNA**

Teuku Muhammad Ashari¹, Muhammad Ridwan Harahap², Hilal Badri^{1*}

¹ Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia, Kode Pos: 23111

² Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia, Kode Pos: 23111

*e-mail: hilalbadri21@gmail.com

Abstract

Fish processing industrial wastewater must be treated before being discharged into water bodies. This study aims to continue previous research to reduce pollutant levels in fish processing industrial wastewater in accordance with wastewater quality standards. In this study, coagulation-flocculation processing was carried out using tamarind seed powder and filtration processing using filter media consisting of zeolite, silica sand, activated carbon and filter sponges to reduce levels of Turbidity, TSS, COD, BOD and neutralize pH in water. fish processing industrial waste. The results showed that there was an effect of the coagulant dose of tamarind seeds on changes in the parameters of pH, turbidity, TSS, COD and BOD with an optimum dose of 2 g/L was able to change the pH value to 6.5 and reduce turbidity levels to 130.2 NTU, reduce levels of turbidity. TSS to 207 mg/l, lowers COD levels to 412.33 mg/l and lowers BOD levels to 400.25 mg/l. However, this reduction has not been able to reduce the levels of turbidity, TSS, COD and BOD according to quality standards. After the wastewater from the fish processing industry with a dose of 2 g/l tamarind seeds followed by a filtration process, it was able to increase the pH value to 7.7 and reduce turbidity levels to 29.4 NTU with an efficiency of 77.41%, lowering TSS levels to 39.5 mg/l with an efficiency of 80.91%, reducing COD levels to 119.88 mg/l with an efficiency of 70.92% and reducing BOD levels to 42.21 mg/l with an efficiency of 89.45%. The test results of the five parameters, namely pH, turbidity, TSS, COD and BOD, were in accordance with the quality standards of the liquid waste of the fish processing industry.

A. PENDAHULUAN

Sebagai Negara dengan garis pantai terbesar di dunia, industri pengolahan ikan merupakan salah satu industri strategis di Indonesia (Setiadi dkk., 2019). Salah satu sektor industri yang diketahui sangat dibutuhkan oleh masyarakat yaitu sektor industri perikanan, khususnya industri pengolahan ikan. UD. Nagata Tuna merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan ikan, khususnya ikan tuna. Ikan tuna tergolong ke dalam bahan pangan yang memiliki karakteristik mudah rusak (Athallah dan Hamid, 2018). Selain itu dalam pengolahan ikan dihasilkan limbah yang berdampak pada lingkungan.

Berbagai jenis limbah yang potensial dihasilkan dari industri pengolahan ikan yaitu limbah cair, padat dan gas. Selama proses pengolahan ikan, selalu dihasilkan berbagai jenis limbah berupa kulit, sisik, sirip, tulang, isi perut, lendir serta darah (Sahubawa dan Puspita, 2020). Penelitian ini lebih berfokus ke limbah cair yang dihasilkan oleh industri pengolahan ikan. Sahubawa dan Puspita (2020) mengatakan umumnya karakteristik yang dimiliki limbah cair industri perikanan terbagi menjadi fisik, kimia dan biologis (mikrobiologis). Karakteristik fisik limbah cair terdiri atas warna, busa, bau, suhu, TSS, TDS, kecerahan dan partikel; karakteristik kimia meliputi pH, BOD, COD, DO, logam berat, total bahan organik/TBO; karakteristik biologis meliputi nekton, mikroalga, mikroba patogen.

Pembuangan limbah cair yang dilakukan secara langsung ke lingkungan misalnya badan air, jelas dapat mengakibatkan dampak tertentu pada lingkungan. Menurut (Ibrahim, 2005) limbah cair yang dialirkan atau dibuang ke badan air masih mengandung nutrien organik yang cukup tinggi. Kandungan nutrien organik yang tinggi ini apabila dibiarkan berada di badan air akan menyebabkan eutrofikasi pada perairan umum, yang kemudian akan menyebabkan kematian organisme yang hidup dalam air, pendangkalan, penyuburan ganggang (*blooming*) dan bau yang tidak nyaman.

Masalah pencemaran lingkungan akibat limbah industri pertanian termasuk dari industri perikanan sudah lama diwaspadai. Sikap tegas telah ditunjukkan oleh Pemerintah Indonesia dengan dikeluarkannya peraturan bahwa semua industri di Indonesia harus menangani limbahnya terlebih dahulu sebelum dibuang langsung ke

perairan bebas (Ibrahim, 2005). Proses pengolahan dibutuhkan untuk limbah cair yang dibuang langsung ke lingkungan sebagai pemenuhan baku mutu limbah cair yang diijinkan oleh pemerintah agar air limbah tersebut tidak mencemari lingkungan sekitarnya (Anggraeni dkk., 2014).

Umumnya dalam air limbah mengandung padatan, baik yang terlarut, tersuspensi maupun terendapkan. Koagulasi adalah salah satu cara yang biasa digunakan untuk menghilangkan padatan tersebut (Setiadi dkk., 2019). Proses koagulasi dapat berlangsung saat air limbah ditambahkan suatu zat yang disebut koagulan (Pratiwi dkk., 2019). Banyak jenis koagulan yang bisa dipakai seperti tawas, poli aluminium chlorida, fero sulfat, dan lainnya. Namun, bahan-bahan kimia yang digunakan tersebut merupakan bahan kimia buatan. Penggunaan koagulan sintetik secara terus-menerus pastinya akan menimbulkan dampak negatif karena akan terakumulasi dalam tubuh (Hendrawati dkk., 2015). Sehingga koagulan dengan bahan alami atau biokoagulan dapat menjadi alternatif yang lebih murah dan alamiah (Nugraha dkk., 2018). Banyak penelitian mengindikasikan dan membuktikan bahwa penggunaan koagulan alami dapat menunjukkan kemampuannya yang optimal dan baik dalam pengolahan air limbah dengan beberapa macam kontaminan (Ropputri, 2015). Salah satu bahan alami yang dapat dijadikan koagulan adalah biji dari tanaman asam jawa (*Tamarindus Indica* L.).

Kebanyakan saat ini masyarakat setelah mengkonsumsi buah asam jawa maka bijinya langsung dibuang begitu saja. Kandungan protein di dalam biji asam jawa bisa dijadikan sebagai koagulan alami yang berperan sebagai polielektrolit alami bermuatan positif berguna untuk mengikat partikel koloid yang bermuatan negatif (Hendrawati dkk., 2015). Biji asam jawa mengandung protein yang sangat tinggi yaitu sekitar 2,8 gram dalam 100 gram biji asam jawa yang berperan sebagai polielektrolit alami. Kandungan tanin yang terdapat di dalam biji asam jawa dapat membentuk larutan koloid pada proses koagulasi – flokulasi. Biji asam jawa mengandung pati yang berfungsi sebagai flokulan alami.

Menurut penelitian Said (2008) pengaruh proses filtrasi terhadap penurunan nilai COD memiliki nilai yang sangat besar. Hal ini bisa dibuktikan dengan hasil penelitian yang dilakukan yaitu penurunan kadar COD pada limbah warna hasil pencelupan benang

songket, limbah cair yang berwarna hijau berkurang nilai COD sekitar 96%. Nilai COD limbah hijau sebelum dilakukan filtrasi yaitu 4.993,8 mg/L dan hasil setelah dilakukan filtrasi yaitu 188,433 mg/L. Hal ini berarti bahwa proses penyerapan senyawa yang ada di limbah berlangsung dengan baik. Intensitas warna air limbah cair sangat jauh berkurang, hal ini bisa disebabkan karena ada kolerasi yang erat antara zat warna dengan nilai COD. Penurunan nilai COD selalu diikuti dengan turunnya intensitas warna dari limbah demikian juga sebaliknya.

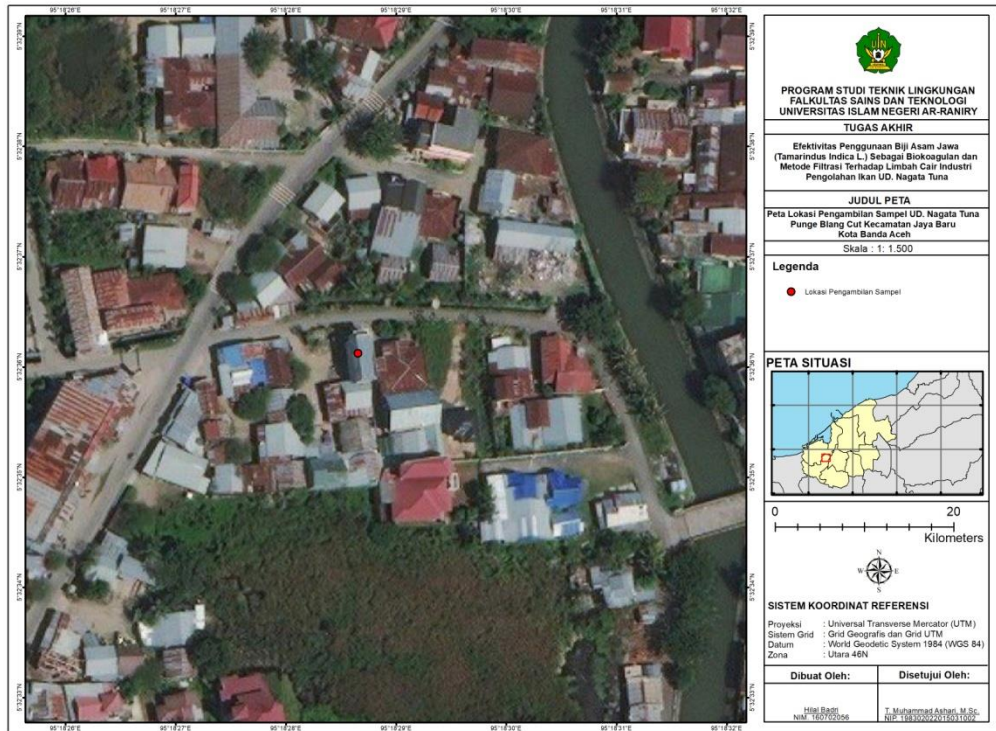
Berdasarkan penelitian yang sudah pernah dilakukan oleh (Jannah, 2020) dalam pemanfaatan biji asam jawa sebagai koagulan alami menyatakan bahwa koagulan alami dari biji asam jawa mampu menurunkan kadar polutan tercemar di dalam limbah cair. Penelitian oleh Jannah (2020) mendapati bahwa biokoagulan dari biji asam jawa mampu menurunkan nilai COD dan BOD pada limbah industri pengolahan ikan dengan persentase penurunan maksimum COD yaitu 63,02% dan BOD sebesar 69,02% dengan kecepatan pengadukan cepat sebesar 180 rpm dengan waktu pengadukan selama 3 menit dan kecepatan pengadukan lambat sebesar 80 rpm dengan waktu pengadukan selama 12 menit. Namun dalam penelitian tersebut ternyata penurunan kadar COD dan BOD belum sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan oleh (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014), jadi perlu dipikirkan cara pengolahan yang hasilnya sesuai dengan baku mutu. Maka dari itu, pada penelitian kali ini akan mencoba menggunakan dua pengolahan yaitu pemanfaatan biji asam jawa (*Tamarindus Indica L.*) sebagai biokoagulan dalam proses koagulasi-flokulasi dan penggunaan alat filtrasi untuk metode selanjutnya.

B. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini berlangsung mulai bulan April sampai bulan Juni 2021. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh untuk pengujian *jartest*, uji pH, TSS dan uji kekeruhan. Pemanasan koagulan biji asam jawa (*Tamarindus indica L.*) menggunakan oven dilakukan di laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Untuk

pengujian COD dan BOD dilakukan di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Dan Pengujian Alat Kesehatan Dinas Kesehatan Pemerintah Aceh.

Sampel air limbah cair industri pengolahan ikan diperoleh dari salah satu industri pengolahan ikan tuna di Banda Aceh yaitu industri pengolahan ikan UD. Nagata Tuna. Lokasi pengambilan sampel bisa di lihat pada gambar 2.1



Gambar 1. Lokasi Industri Pengolahan Ikan UD. Nagata Tuna Banda Aceh

Teknik pengambilan sampel yaitu dengan metode grab sesaat dimana air limbah diambil saat itu saja. Sampel limbah cair industri pengolahan ikan diambil pada saluran air buangan. Sampel air limbah ini diambil secara langsung dengan gayung lalu dimasukkan ke dalam jerigen sebanyak 15 L. Sampel air limbah yang telah diambil akan diuji parameter pH, kekeruhan, TSS, COD dan BOD sebelum dan sesudah perlakuan *jartest* serta sedimentasi.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pipa PVC untuk alat filtrasi, wadah penampung limbah (jerigen), gelas beker 1000 ml, neraca analitik, saringan 100 mesh, jar test, pH meter, Turbidimeter serta alat-alat laboratorium lainnya. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah cair industri pengolahan ikan

yang diperoleh dari salah satu pabrik ikan di Banda Aceh. Sedangkan bahan lainnya yaitu aquades, biji asam jawa sebagai koagulan dan media-media filtrasi seperti kerikil, zeolit, karbon aktif dan spon filter.

Pembuatan Serbuk Koagulan Biji Asam Jawa

Biokoagulan yang digunakan pada penelitian ini yaitu biji asam jawa. Biji asam jawa yang dipakai yakni dari buah asam jawa yang sudah matang. Dicuci bersih biji asam jawa dan dilakukan penjemuran sampai 1 hari untuk menghilangkan kadar air. Selanjutnya di panaskan menggunakan oven pada suhu 105°C sampai 1 jam untuk meringankan proses penumbukan dan mengurangi kadar air pada biji asam jawa. Selanjutnya ditumbuk sampai seperti serbuk Persiapan biokoagulan di atas merujuk pada penelitian yang dilakukan Poerwanto dkk (2015). Selanjutnya serbuk biji asam jawa diayak dengan ukuran ayakan 100 mesh. Selanjutnya serbuk biji asam jawa dibuat variasi dosis koagulan dengan variasi dosis yaitu 2 gram dengan ditimbang menggunakan timbangan analitik.

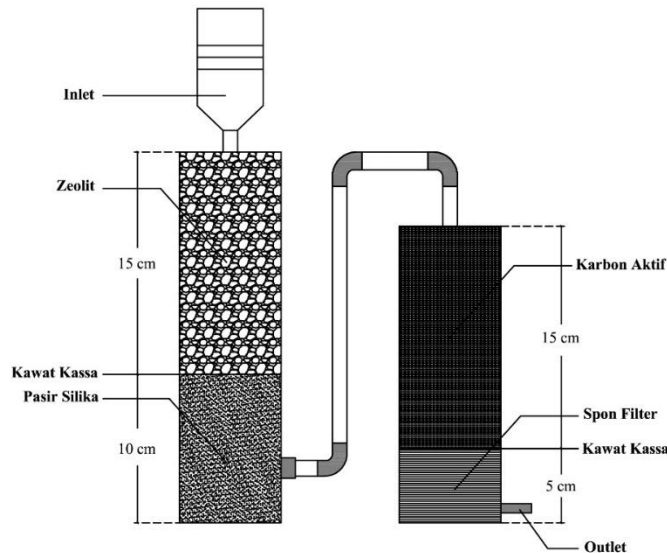
Pengujian Koagulasi-Flokulasi Biji Asam Jawa Menggunakan Jarrest

Disediakan lima gelas beker, masing-masing gelas beker dimasukkan 500 ml sampel air limbah rumah potong ayam. Gelas beker 1 sebagai kontrol, jadi tidak dimasukkan biokoagulan sama sekali. pada gelas beker 2, 3, 4, dan 5 dimasukkan biokoagulan sebesar 1 gram. Selanjutnya dinyalakan alat jar test, lalu diatur pengadukan cepat 180 rpm dengan waktu 3 menit. Diteruskan pengadukan lambat 80 rpm dengan waktu 12 menit. Setelah dilakukan pengadukan jarrest dimatikan dan sampel didiamkan mengendap selama 60 menit. Kemudian dianalisa kadar pH, Kekeruhan, TSS, COD, dan BOD pada setiap gelas beker.

Pembuatan Alat Filtrasi

Pembuatan atau rancang bangun alat filtrasi ini berskala laboratorium. Alat filtrasi ini terbuat dari pipa berukuran 3 inch. Pada bagian bawah alat diberi kran yang berfungsi sebagai outlet keluarnya sampel air limbah setelah proses filtrasi dilakukan. Alat ini menggunakan media filtrasi dari media alam yaitu terdiri dari zeolit, pasir silika, arang aktif dan penambahan media filtrasi yaitu spon aquarium.

Proses filtrasi ini dilakukan dengan cara mengalirkan sampel air limbah industri pengolahan ikan dari outlet hingga melewati media-media filtrasi yang terdapat pada alat filtrasi sampai ke inletnya. Sampel air limbah industri pengolahan ikan yang akan



dialirkan pada tahapan filtrasi ini merupakan salah satu sampel air limbah yang telah melewati proses koagulasi flokulasi dengan konsentrasi yang paling efektif. Pengaliran sampel air limbah industri pengolahan ikan pada proses filtrasi ini hanya dilakukan sekali pengaliran saja (Novia dkk., 2019).

Gambar 2. Alat Filtrasi Pengolahan Limbah

Proses Alat Filtrasi

Proses filtrasi ini dilakukan dengan cara mengalirkan sampel air limbah industri pengolahan ikan melewati media-media filtrasi yang terdapat pada alat filtrasi. Sampel air limbah industri pengolahan ikan yang akan dialirkan pada tahapan filtrasi ini merupakan salah satu sampel air limbah yang telah melewati proses koagulasi- flokulasi dengan konsentrasi yang paling efektif. Pengaliran sampel air limbah industri pengolahan ikan pada proses filtrasi ini hanya dilakukan sekali pengaliran saja (Sulistiyanti dkk, 2018).

Tahapan Analisa Laboratorium

- 1) Pengujian pH (SNI 06-6989.11-2004)

- 2) Pengujian Kekerusuhan (SNI 06-6989.25-2005.)
- 3) Pengujian TSS (SNI 06-6989.3.2004)
- 4) SNI 06-6989.2-2004 (SNI 06-6989.2-2004)

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Awal Limbah Cair Industri Pengolahan Ikan

Hasil dari analisis awal sampel limbah cair industri pengolahan ikan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Kualitas Awal Sampel Limbah Cair Industri Pengolahan Ikan

Parameter	Hasil Uji	Baku Mutu (PERMEN LH No.5 Tahun 2014)
pH	7,0	6-9
Kekeruhan	375 NTU	Tidak Ada
TSS	182 mg/L	100 mg/L
COD	2.154,72 mg/L	200 mg/L
BOD	1.055,33 mg/L	100 mg/L

Berdasarkan tabel 3.1 dapat dilihat industri pengolahan ikan UD. Nagata Tuna menghasilkan limbah dengan parameter TSS, COD, dan BOD melebihi baku mutu menurut PERMEN LH Nomor 05 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Usaha dan/ atau Kegiatan Pengolahan Hasil Perikanan Yang Melakukan Satu Jenis Kegiatan Pengolahan dengan nilai TSS sebesar 182 mg/L, COD sebesar 2.154,72 mg/L, dan BOD sebesar 1.055,33 mg/L. Ambang batas yang diperbolehkan adalah TSS sebesar 100 mg/L, COD sebesar 200 mg/L dan BOD sebesar 100 mg/L. Parameter pH (derajat keasaman) Limbah cair UD. Nagata Tuna berada pada kondisi sesuai dengan nilai 7,0, sedangkan untuk kekeruhan nilainya sebesar 375 NTU tetapi untuk baku mutu kekeruhan tidak disebutkan dalam PERMEN LH Nomor 05 Tahun 2014.

Penurunan Kadar Limbah Cair Industri Pengolahan Ikan dengan Proses Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Serbuk Biji Asam Jawa

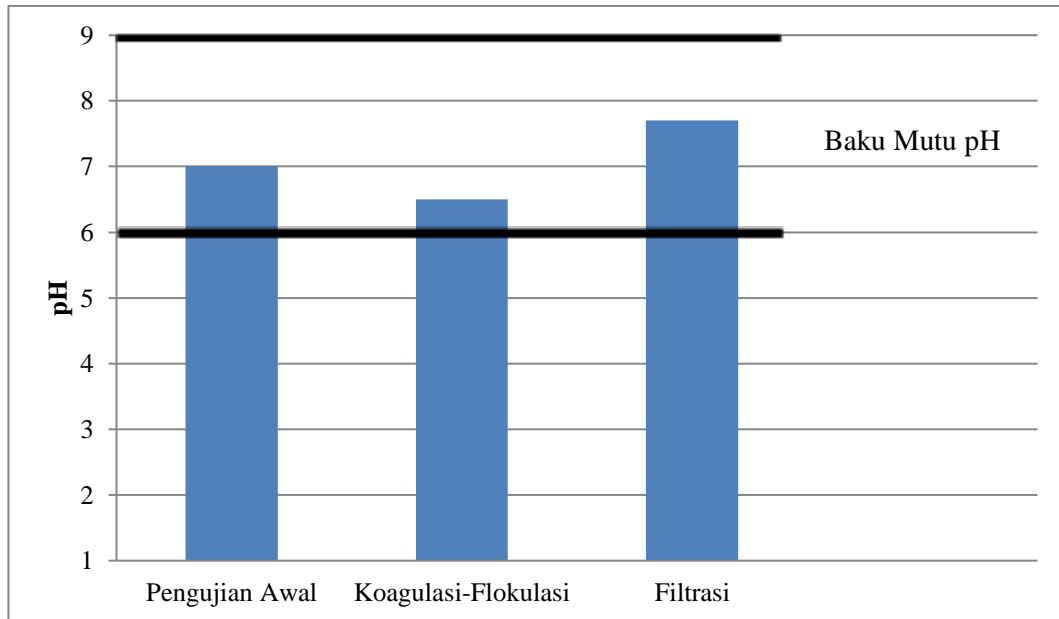
- **Pengaruh Biokoagulan Dan Unit Filter Terhadap Penetralan Nilai pH Air Limbah UD. Nagata Tuna**

Nilai pH limbah cair UD. Nagata Tuna yaitu 7,0 pada keadaan tersebut pH limbah cairnya masih sesuai dengan baku mutu PERMEN LH Nomor 05 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Usaha dan/ atau Kegiatan Pengolahan Hasil Perikanan yang Melakukan Satu Jenis Kegiatan Pengolahan yaitu 6-9. Setelah dilakukan perlakuan pertama yaitu penambahan biokoagulan dari biji asam jawa sebanyak 2 gram/liter kemudian dihomogenkan dengan *jartest* pada kecepatan cepat 180 rpm dan kecepatan lambat 80 rpm melalui tahap koagulasi-flokulasi dan perlakuan kedua yaitu filtrasi dengan menggunakan unit filter maka akan mempengaruhi nilai pH dari limbah cair industri pengolahan ikan tersebut. Nilai pH limbah cair UD. Nagata Tuna setelah dilakukan perlakuan flokulasi-koagulasi dan perlakuan filtrasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Variasi Nilai pH pada Limbah Cair UD. Nagata Tuna

Metode	Nilai pH
Pengujian Awal)	7,0
Koagulasi-Flokulasi	6,5
Filtrasi	7,7

Pada tabel 2 dapat dilihat perbandingan nilai pH dari pengujian awal nilainya 7,0, ketika di uji dengan perlakuan 1 yaitu penambahan biokoagulan dari biji asam jawa sebanyak 2 gram/liter dengan proses koagulasi-flokulasi menggunakan *jartest* pada pengadukan cepat 180 rpm dan pengadukan lambat 80 rpm menghasilkan nilai pH 6,5, selanjutnya melalui tahap ke 2 dengan pengujian filtrasi yang menggunakan unit filter dengan nilai pH 7,7. Dari semua perbandingan nilai pH dapat dilihat pada grafik gambar 3.



Gambar 3. Grafik Penetralan Nilai pH

Berdasarkan grafik gambar 3 menunjukkan bahwa limbah cair UD. Nagata Tuna sebelum dilakukan pengolahan nilai pHnya 7 dan setelah dilakukan pengolahan dengan menggunakan biji asam jawa sebanyak 2 gram/liter melalui proses koagulasi-flokulasi dengan menggunakan *jartest* pada pengadukan cepat 180 rpm dan pengadukan lambat 80 rpm didapatkan nilai pH nya 6,5 terjadi penurunan nilai pH. Hal ini dikarenakan pada proses tersebut ada penambahan biokoagulan dari biji asam jawa yang bersifat asam. Pada proses filtrasi didapatkan nilai pHnya 7,7 yang artinya nilai pH pada proses filtrasi terjadi kenaikan kembali. Hal ini bisa disebabkan oleh media di unit filter yang mengubah nilai parameter yang di uji, salah satunya karbon aktif. Menurut Khairunnisa (2021) semakin kecil ukuran bulir arang, maka semakin luas permukaan karbon aktif. Sehingga daya penyerapan semakin tinggi. Selain itu waktu kontak juga dapat mempengaruhi kinerja dan daya serap.

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, ambang batas nilai parameter pH ialah 6-9. Nilai parameter pH limbah cair UD. Nagata Tuna sebelum sampai setelah pengolahan menggunakan biji asam jawa dan pengolahan dengan filtrasi didapatkan hasil perubahan nilai parameter pH yang tidak terlalu signifikan, hasil dari nilai parameter pH yang didapat sebelum

pengolahan dan setelah pengolahan menggunakan biokoagulan dan unit filter masih sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan.

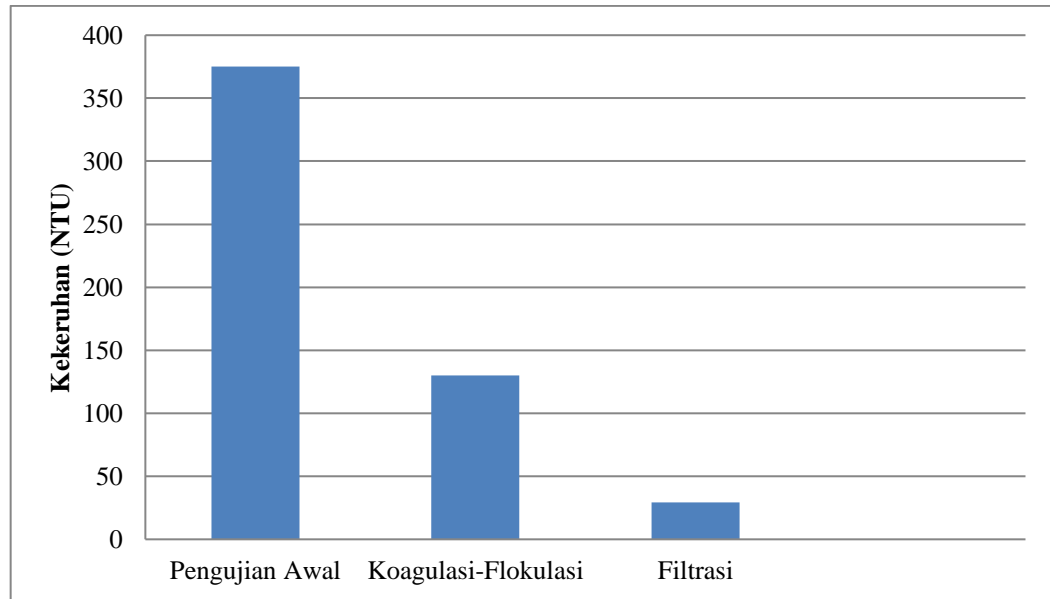
- ***Pengaruh Biokoagulan Dan Unit Filter Terhadap Penurunan Nilai Kekeruhan Limbah Cair UD. Nagata Tuna***

Kekeruhan disebabkan karena adanya kandungan zat organik dan anorganik yang tersuspensi dan yang terlarut seperti lumpur dan partikel-partikel kecil lainnya yang ada diperairan. Nilai awal kekeruhan limbah cair UD. Nagata Tuna yaitu 375 NTU. Hasil uji parameter kekeruhan sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan dengan koagulasi-flokulasi dan filtrasi dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Variasi Nilai Kekeruhan pada Limbah Cair UD. Nagata Tuna

Metode	Nilai Kekeruhan
Pengujian Awal)	375 NTU
Koagulasi-Flokulasi	130,2 NTU
Filtrasi	29,4 NTU

Dari tabel 3.3 dapat dilihat perbandingan nilai kekeruhan dari pengujian awal nilainya 375 NTU, ketika diuji dengan perlakuan 1 yaitu penambahan biokoagulan dari biji asam jawa sebanyak 2 gram/liter dengan proses koagulasi-flokulasi menggunakan *jarrest* pada kecepatan cepat 180 rpm dan kecepatan lambat 80 rpm menghasilkan nilai kekeruhan 130,2 NTU, selanjutnya melalui tahap ke 2 dengan pengujian filtrasi yang menggunakan unit filter dengan nilai kekeruhan 29,4 NTU. Dari semua perbandingan nilai kekeruhan dapat dilihat pada grafik Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Penurunan Nilai Kekeruhan

Berdasarkan grafik Gambar 3.2 diketahui nilai kekeruhan mengalami penurunan yang sangat besar dari pengujian awal sampai dengan perlakuan yang kedua. Penurunan kadar kekeruhan dalam air limbah memiliki perbedaan tergantung dari perlakuan yang dilakukan. Pada perlakuan awal dosis kekeruhan masih sangat tinggi yaitu sebesar 375 NTU, ketika dilakukan pengujian pertama yang dilakukan dengan penambahan biokoagulan dari biji asam jawa terjadi penyisihan kekeruhan turun menjadi 130,2 NTU, selanjutnya diuji dengan perlakuan yang ketiga dengan mengalirkan limbah cair ke alat filtrasi dan terjadi penurunan nilai kekeruhan sebesar 29,4 NTU.

Penurunan kadar parameter kekeruhan pada limbah cair UD. Nagata Tuna disebabkan oleh pengujian pertama menggunakan biokoagulan dari biji asam jawa yang mengikat partikel-partikel yang tersuspensi pada limbah sehingga partikel-partikel tersebut mengendap kebawah sehingga tingkat kekeruhannya berkurang. Selanjutnya melalui pengujian yang kedua dengan metode filtrasi dimana limbah cair melewati 4 media filter yang ada di unit filter sehingga setiap media filter mengikat partikel-partikel yang masih terkandung dalam limbah cair. Penurunan parameter kekeruhan disebabkan oleh adanya kemampuan dari media pasir silika yang mampu menyisihkan sifat fisik dari air yakni kekeruhan dan bau dengan proses pemisahan zat padat tersuspensi di dalam air (Artiyani & Firmansyah, 2016). Butiran pasir silika ini memiliki pori-pori dan celah

yang mampu menyerap dan menahan partikel dalam air. Pasir silika mempunyai fungsi ampuh yaitu untuk menghilangkan sifat fisik seperti kekeruhan atau lumpur atau bau dengan mekanisme menyaring kotoran dan air, pemisah sisa-sisa flok serta pemisah partikel besi yang terbentuk setelah kontak dengan udara.

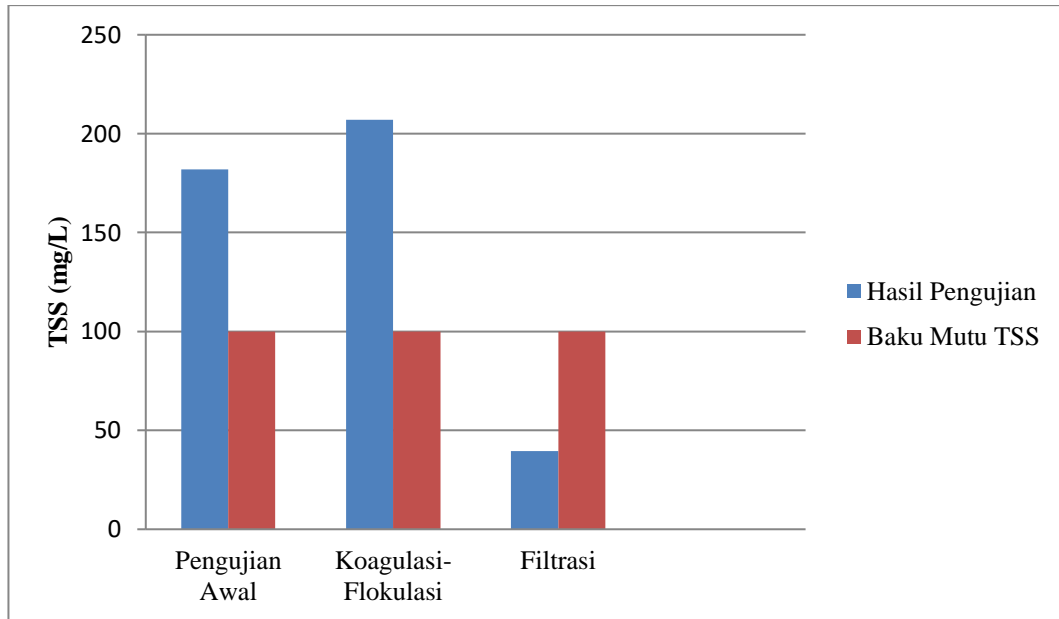
- ***Pengaruh Biokoagulan dan Unit Filter Terhadap Penurunan Nilai TSS Limbah Cair UD. Nagata Tuna***

Total Suspended Solid merupakan partikel tersuspensi dengan ukuran berdiameter lebih dari 1 μm . Nilai awal TSS limbah cair UD. Nagata Tuna yaitu 182 mg/L, pada keadaan tersebut kadar TSS limbah cair UD. Nagata Tuna belum sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah yaitu batas maksimum kadar TSS untuk air limbah yaitu 100 mg/L. Hasil uji parameter TSS dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut. Tabel 3. 3 Variasi Nilai TSS pada Limbah Cair UD. Nagata Tuna.

Tabel 4. Variasi Nilai TSS pada Limbah Cair UD. Nagata Tuna

Metode	Nilai TSS
Pengujian Awal)	182 mg/L
Koagulasi-Flokulasi	207 mg/L
Filtrasi	39,5 mg/L

Grafik penurunan nilai TSS dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut.



Gambar 5. Grafik Penurunan Nilai TSS

Berdasarkan grafik Gambar 3.3 diketahui bahwa kadar TSS mengalami kenaikan dan penurunan dengan berbagai perlakuan yang dilakukan. Pada pengujian awal dosis TSS masih sangat tinggi yaitu sebesar 182 mg/L, ketika dilakukan pengujian pertama yang dilakukan dengan penambahan biokoagulan dari biji asam jawa sebanyak 2 gram/liter dengan proses koagulasi-flokulasi menggunakan *jartest* pada kecepatan cepat 180 rpm dan kecepatan lambat 80 rpm terjadi kenaikan TSS menjadi 207 mg/L, selanjutnya diuji dengan perlakuan yang kedua dengan mengalirkan limbah cair ke unit filter dan terjadi penurunan nilai TSS menjadi 39,5 mg/L.

Kenaikan nilai TSS disebabkan karena penambahan biokoagulan sehingga kecenderungan flok untuk mengapung dan tidak mengendap. Kelebihan koagulan yang tidak berinteraksi dengan partikel koloid juga akan menyebabkan nilai TSS semakin meningkat di atas dosis optimum. Penurunan nilai TSS disebabkan karena penyaringan di media filter yang efisien. Flok-flok yang masih terbawa oleh limbah tersaring di media filter yang digunakan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, ambang batas kadar TSS ialah sebesar 100 mg/L. Kadar TSS limbah cair UD. Nagata Tuna setelah pengolahan menggunakan biokoagulan biji asam

jawa didapatkan hasil sebesar 207 mg/L, hasil ini belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Setelah pengujian dengan unit filter didapatkan hasil yang optimum sebesar 39,5 mg/L. Nilai tersebut sudah memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

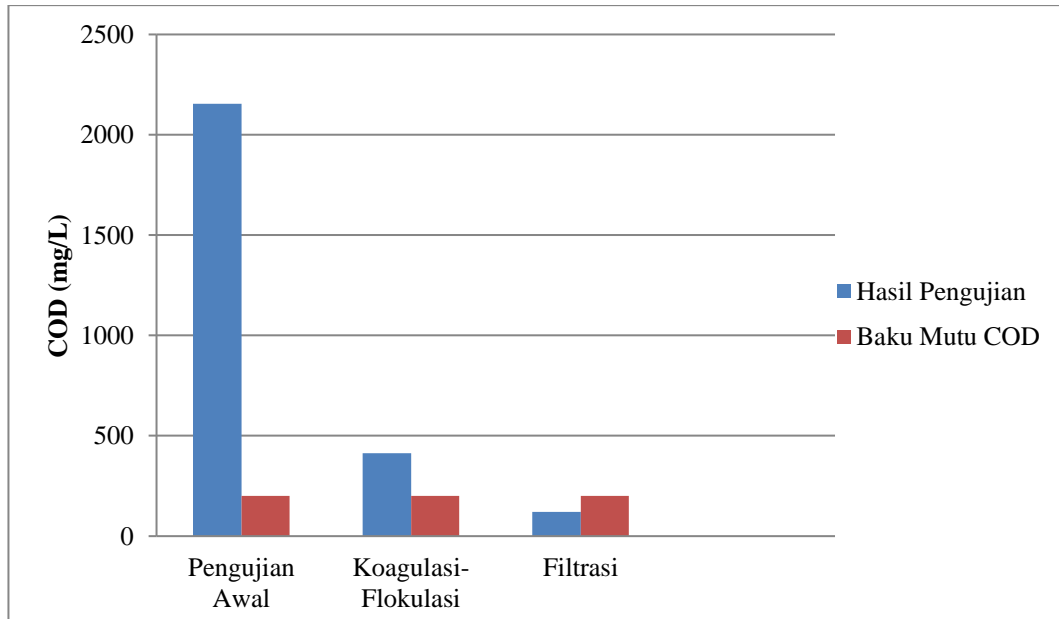
- ***Pengaruh Biokoagulan Dan Unit Filter Terhadap Penurunan Nilai COD Limbah Cair UD. Nagata Tuna***

Chemical Oxygen Demand (COD) yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan mikroba dalam mengoksidasi zat organik pada proses kimia, baik yang bisa didegradasi ataupun tidak secara biologi. Nilai awal kadar COD limbah cair UD. Nagata Tuna yaitu 2.154,72 mg/L, pada keadaan tersebut kadar COD limbah cair UD. Nagata Tuna belum sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah yaitu 200 mg/L. Hasil uji parameter COD dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Variasi Nilai COD pada Limbah Cair UD. Nagata Tuna

Metode	Nilai COD
Pengujian Awal)	2.154,72 mg/L
Koagulasi-Flokulasi	412,33 mg/L
Filtrasi	119,88 mg/L

Grafik penurunan nilai TSS dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Grafik Penurunan Nilai COD

Berdasarkan grafik Gambar 4.5 diketahui bahwa kadar COD mengalami penurunan dengan berbagai perlakuan yang dilakukan. Pada pengujian awal dosis COD sangat tinggi yaitu sebesar 2.154,72 mg/L, ketika dilakukan pengujian pertama yang dilakukan dengan penambahan biokoagulan dari biji asam jawa sebanyak 2 gram/liter dengan proses koagulasi-flokulasi menggunakan *jartest* pada pengadukan cepat 180 rpm dan pengadukan lambat 80 rpm terjadi penurunan COD menjadi 412,33 mg/L, selanjutnya diuji dengan perlakuan yang kedua dengan mengalirkan limbah cair ke unit filter dan terjadi penurunan kembali nilai COD menjadi 119,88 mg/L.

Kemampuan biokoagulan dari biji asam jawa dalam menurunkan kadar COD karena ada kandungan tanin yang mempunyai kemampuan mengikat bahan-bahan organik dalam limbah cair. Penurunan COD juga disebabkan karena penggunaan unit filter yang sangat efisien. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, ambang batas kadar COD ialah sebesar 200 mg/L. kadar COD limbah cair UD. Nagata Tuna setelah pengolahan menggunakan biokoagulan biji asam jawa didapatkan hasil sebesar 412,33 mg/L, hasil ini belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Setelah pengujian dengan unit filter didapatkan hasil yang optimum sebesar 119,88 mg/L. Nilai tersebut sudah memenuhi baku mutu

yang ditetapkan. Penurunan kadar COD pada limbah cair disebabkan karena pemakaian media filtrasi seperti arang aktif mampu menyerap polutan yang ada pada limbah cair sehingga terjadi penyisihan kadar COD. Dalam proses filtrasi media filtrasi mampu memisahkan air dari polutan mikro seperti zat organik (Sulianto dkk, 2019). Menurut Alfiany dkk (2013), Penurunan kadar COD ini disebabkan karena optimalnya arang aktif sebagai adsorben. Kapasitas daya serap arang aktif yang teraktivasi lebih besar dari pada arang aktif yang tak teraktivasi. Hal ini diakibatkan oleh berkurangnya zat-zat yang dapat menghalangi kontak antara gugus aktif pada selulosa serta hemiselulosa. Nilai adsorpsi arang aktif terhadap ion logam semakin tinggi dengan bertambahnya jumlah arang aktif yang digunakan dan sebanding dengan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan arang aktif (Alfiany dkk, 2013).

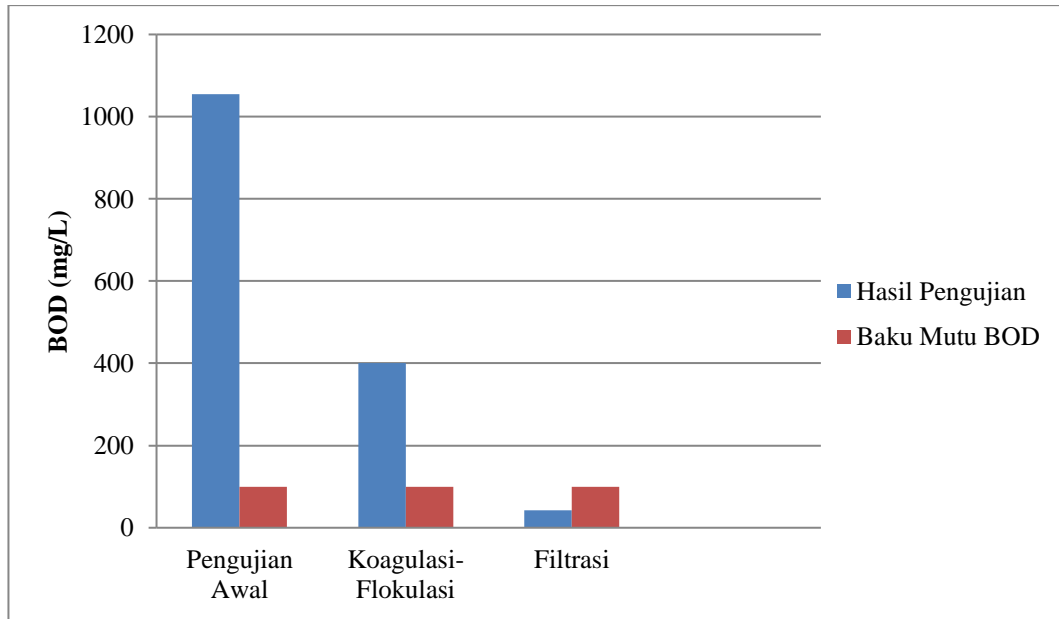
- ***Pengaruh Biokoagulan Dan Unit Filter Terhadap Penurunan Nilai BOD Limbah Cair UD. Nagata Tuna***

Biochemical Oxygen Demand (BOD) merupakan salah satu parameter yang harus diukur dalam air limbah industri. Apabila suatu perairan yang sudah tercemari bahan-bahan organik maka mikroorganisme atau bakteri akan mengoksidasi zat organik tersebut dengan menghabiskan oksigen terlarut sehingga kehidupan didalam perairan tersebut akan kekurangan oksigen yang akan menyebabkan terjadinya kematian ikan di dalam air. Nilai awal kadar BOD limbah cair UD. Nagata Tuna yaitu 1.055,33 mg/L, pada keadaan tersebut kadar BOD limbah cair UD. Nagata Tuna belum sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah yaitu 100 mg/L. Hasil uji parameter BOD dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Variasi Nilai BOD pada Limbah Cair UD. Nagata Tuna

Metode	Nilai BOD
Pengujian Awal)	1.055,33 mg/L
Koagulasi-Flokulasi	400,25 mg/L
Filtrasi	42,21 mg/L

Grafik penurunan nilai BOD dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Grafik Penurunan Nilai BOD

Berdasarkan grafik gambar 3.5 diketahui bahwa kadar BOD mengalami penurunan dengan berbagai perlakuan yang dilakukan. Pada pengujian awal dosis BOD tinggi yaitu sebesar 1,055,33 mg/L, ketika dilakukan pengujian pertama yang dilakukan dengan penambahan biokoagulan dari biji asam jawa sebanyak 2 gram/liter dengan proses koagulasi-flokulasi menggunakan jartest pada kecepatan pengadukan cepat 180 rpm dan kecepatan pengadukan lambat 80 rpm terjadi penurunan BOD menjadi 400,25 mg/L, selanjutnya diuji dengan perlakuan yang kedua dengan mengalirkan limbah cair ke unit filter dan terjadi penurunan kembali nilai BOD menjadi 42,21 mg/L.

Penurunan nilai BOD dikarenakan adanya kandungan tanin, pada tanin terdapat senyawa yang larut dalam air yang dapat mengendapkan protein dari larutan, penurunan kadar BOD dapat terjadi karena partikel yang sangat halus dan koloid bersifat stabil dalam air dengan adanya penambahan koagulan sehingga terjadinya gaya tarik menarik dan akan membentuk flok. Unit filter juga sangat berpengaruh terhadap penurunan nilai BOD dikarenakan pada unit filter digunakan 4 media penyaringan. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, ambang batas kadar BOD yang diperbolehkan ialah sebesar 100 mg/L. kadar BOD limbah cair UD. Nagata Tuna setelah pengolahan menggunakan biokoagulan

biji asam jawa didapatkan hasil sebesar 400,25 mg/L, hasil ini belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Setelah pengujian dengan unit filter didapatkan hasil yang efektif sebesar 42,21 mg/L. nilai tersebut sudah memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

Efektivitas Penurunan Parameter Limbah Cair UD. Nagata Tuna dengan Proses Koagulasi-Flokulasi dan Proses Filtrasi

Menurut Widyastuti dan Sari (2011) Filtrasi merupakan proses pemisahan padatan dari cairan menggunakan media berpori agar berkurangnya padatan tersuspensi dan koloid sebanyak mungkin dan zat lainnya. Fungsi dari alat filtrasi yakni mampu memisahkan zat padat dan zat halus yang tersuspensi maupun koloid dari zat cair melewati media berpori dan mampu menghilangkan zat padat, bakteri, bau, rasa, warna, mangan (Mn) dan besi (Fe), proses pengolahan filtrasi yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan multimedia filter. Media filter yang digunakan yaitu terdiri dari zeolit, pasir silika, karbon aktif dan spon filter. Pengolahan limbah cair UD. Nagata Tuna melalui tahapan filtrasi menggunakan limbah cair sebanyak 2 liter. Limbah cair yang digunakan merupakan hasil dari proses sebelumnya yaitu koagulasi-flokulasi menggunakan serbuk biji asam jawa dengan konsentrasi paling optimum yakni dengan dosis koagulan 2 gram/liter. Pengolahan proses filtrasi dilakukan dengan sekali penyaringan. Setelah dilakukan proses filtrasi dilanjutkan dengan analisis kadar parameter pH, kekeruhan, TSS, COD dan BOD. Hasil dari analisis kadar parameter dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

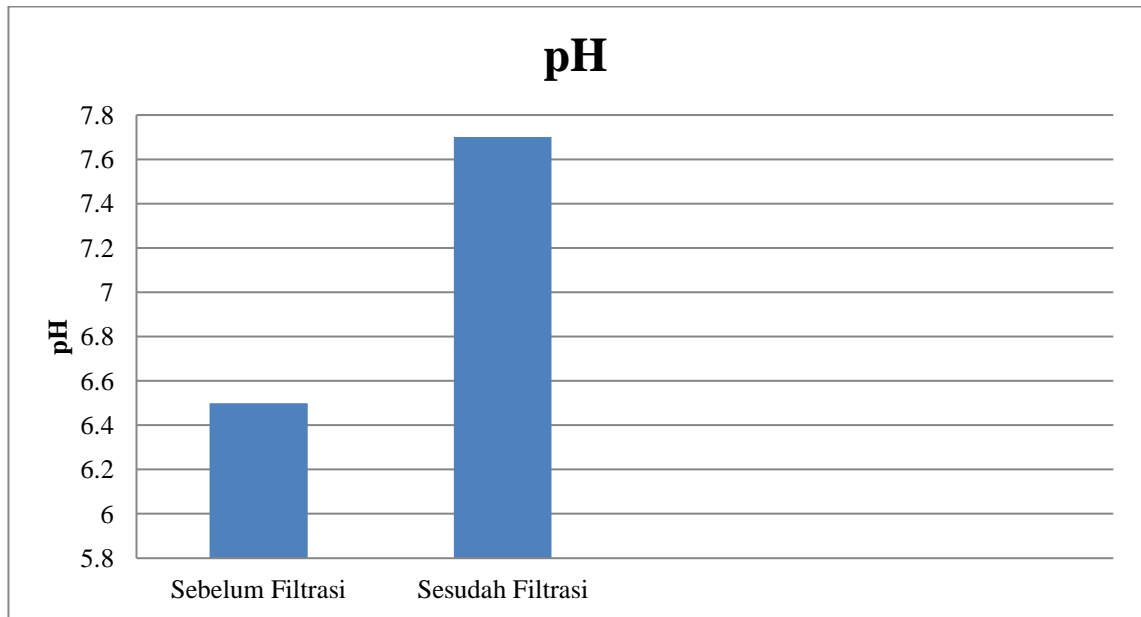
Tabel 7. Hasil Uji Kualitas Limbah Cair UD. Nagata Tuna Setelah Proses Filtrasi

Parameter	Hasil Koagulasi-Flokulasi	Hasil Proses Unit Filter	Persentase Penurunan	Satuan	Baku Mutu
pH	6,5	7,7	-	-	6-9
Kekeruhan	130,2	29,4	77,41 %	NTU	-
TSS	207	39,5	80,91 %	mg/L	100
COD	412,33	119,88	70,92 %	mg/L	200
BOD	400,25	42,21	89,45 %	mg/L	100

Berdasarkan Tabel 3.6 hasil uji kualitas limbah cair Industri pengolahan ikan setelah dilakukan proses filtrasi yaitu sebagai berikut:

- **pH**

Hasil uji parameter pH setelah proses filtrasi terjadi kenaikan kadar parameternya seperti pada tabel 2 dan grafik kenaikannya terdapat pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Grafik Kenaikan Parameter pH Limbah Cair UD. Nagata Tuna Setelah Proses Filtrasi

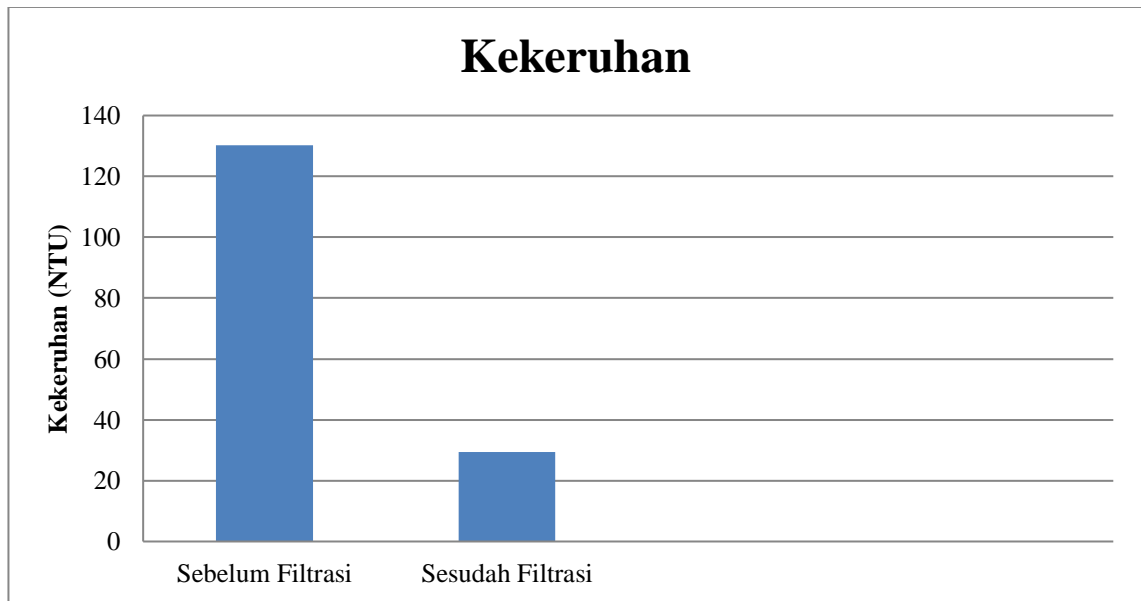
Berdasarkan pada gambar 4.8 menunjukkan hasil pengujian kadar pH, sebelum limbah cair di filter nilai pHnya sebesar 6,5 dan sesudah melewati proses filter maka nilai pHnya naik menjadi 7,7. Menurut peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 tentang Baku Mutu air Limbah bagi usaha dan/atau kegiatan rumah potong hewan batas maksimum ialah 6-9. Limbah cair UD. Nagata Tuna masih sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan.

Kenaikan nilai pH setelah proses filtrasi tidak melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah yakni di rentang 6-9. pH merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan kualitas air karena berpengaruh pada proses biologi dan kimia pada air. pH menyatakan alkalinitas atau intensitas keasaman pada air. Air baku biasanya memiliki

pH netral 7 karena jika pH lebih rendah dari nilai 6 (bersifat asam) dan jika lebih besar dari 8 maka bersifat basa.

- **Kekeruhan**

Parameter kekeruhan mengalami penurunan setelah dilakukan proses filtrasi, hasil kekeruhan dapat dilihat pada Gambar 9 berikut.



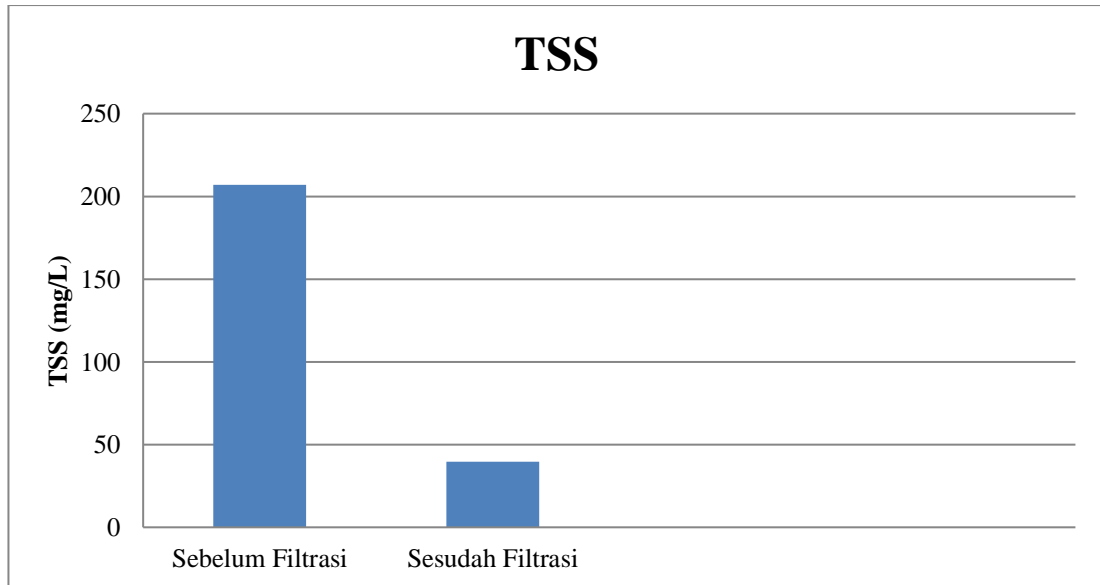
Gambar 9. Grafik Penurunan Kadar Parameter Kekeruhan Limbah Cair Rumah Potong Ayam Setelah Proses Filtrasi

Berdasarkan pada gambar 4.8 menunjukkan parameter kekeruhan sebelum limbah cair UD. Nagata Tuna diolah menggunakan filtrasi sebesar 130,2 NTU. Nilai persentase penurunan dari kadar kekeruhan yakni sebesar 77,41 %. Persentase penurunan begitu signifikan disebabkan oleh media filter yang digunakan di unit filter yang terdiri dari zeolit, pasir silika, karbon aktif dan spon filter.

Kekeruhan adalah sifat optik yang dapat ditentukan berdasarkan jumlah cahaya yang mampu menembus atau terpancar di dalam air. Total dari partikel suspensi atau yang larut pada air menentukan besar atau kecilnya tingkat kekeruhan di dalam air. Jika total zat organik di dalam air semakin banyak maka nilai kekeruhan di dalam air juga semakin tinggi.

- **TSS**

Kadar parameter TSS mengalami penurunan setelah dilakukam proses filtrasi, hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 10 Grafik penurunan parameter TSS.



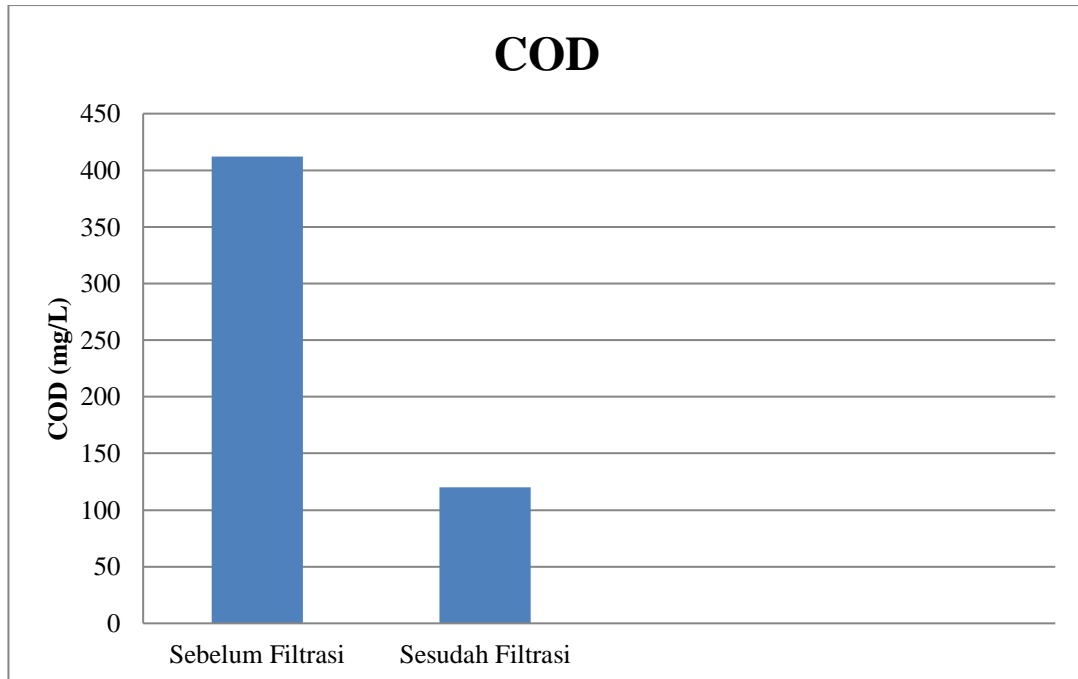
Gambar 10. Grafik Penurunan Parameter TSS Limbah Cair UD. Nagata Tuna

Berdasarkan pada Gambar 4.9 sesudah limbah cair UD. Nagata Tuna diolah dengan proses penambahan biokoagulan biji asam jawa melalui proses koagulasi-flokulasi didapatkan nilai parameter TSS sebesar 207 mg/L. Proses tersebut masih menghasilkan nilai parameter yang belum sesuai dengan baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah dengan ambang batas kadar TSS yang diperbolehkan sebesar 100 mg/L. Setelah melalui proses filtasi nilai TSS pada limbah cair UD. Nagata Tuna mengalami penurunan. Parameter TSS setelah tahapan proses filtasi adalah 39,5 mg/L dan nilai persentase penurunan sebesar 80,91 %. Penurunan kadar TSS disebabkan karena adanya penahan oleh media filtrasi melalui porositasnya dan ketebalan susunan media yang aliran air limbah lewati. Beberapa media filter yang dapat menurunkan kadar TSS seperti ijuk, arang aktif atau biasa disebut dengan karbon aktif dan lain sebagainya.

Penurunan kadar TSS setelah proses filtrasi sudah memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah dengan ambang batas kadar TSS sebesar 100 mg/L.

- **COD**

Parameter COD mengalami penurunan setelah dilakukan proses filtrasi, seperti yang terdapat pada Gambar 11 berikut.



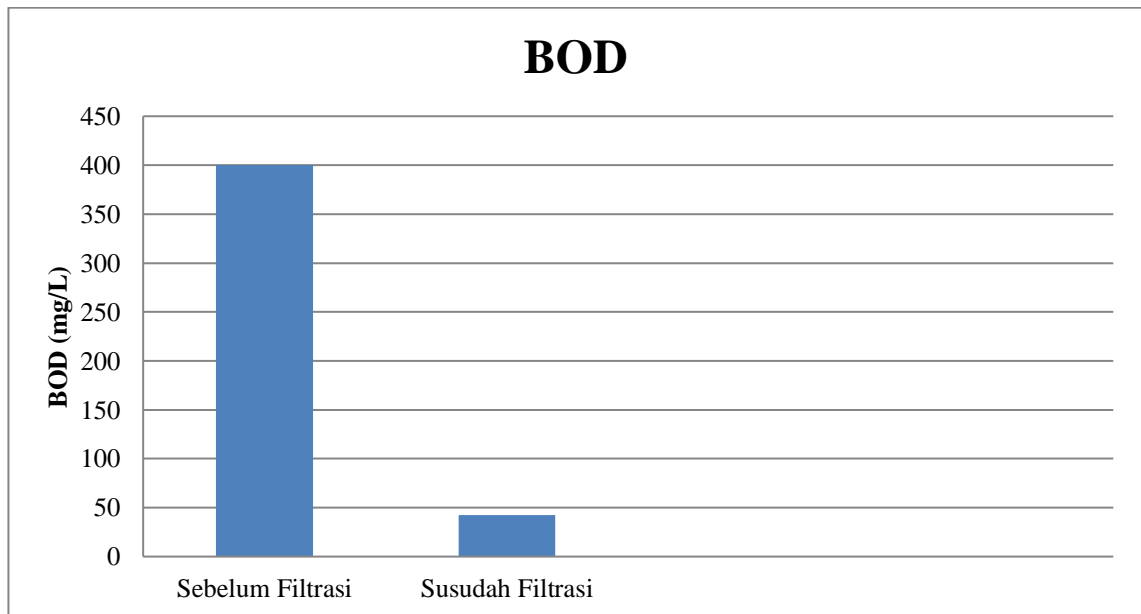
Gambar 11. Grafik Penurunan Parameter COD Limbah Cair UD. Nagata Tuna

Berdasarkan pada Gambar 4.10 Grafik Penurunan Parameter COD Limbah Cair UD. Nagata Tuna sebelum diolah menggunakan filtrasi menunjukkan kadar COD sebesar 412,33 mg/L. Kadar COD ini melebihi baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan rumah pemotongan hewan dengan ambang batas yang diperbolehkan adalah sebesar 200 mg/L. Setelah proses filtrasi parameter COD mengalami penurunan. Berdasarkan penelitian nilai parameter COD turun menjadi 119,88 mg/L. Nilai persentase penurunan dari kadar COD sebesar 70,92 %.

Penurunan kadar COD setelah proses filtrasi sudah memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan rumah pemotongan hewan dengan ambang batas kadar COD yang diperbolehkan sebesar 200 mg/L.

- **BOD**

Selain parameter kekeruhan, TSS dan COD, parameter BOD juga mengalami penurunan parameter yang besar setelah dilakukan pengolahan dengan proses filtrasi. Seperti yang terdapat pada Gambar 12 berikut.



Gambar 12. Grafik Penurunan Parameter BOD Limbah Cair UD. Nagata Tuna

Berdasarkan pada Gambar 4.11 Grafik Penurunan Parameter BOD Limbah Cair UD. Nagata Tuna sebelum diolah menggunakan filtrasi menunjukkan kadar COD sebesar 400,25 mg/L. Kadar BOD ini melebihi baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan rumah pemotongan hewan dengan ambang batas yang diperbolehkan adalah sebesar 100 mg/L. Setelah proses filtrasi parameter BOD mengalami penurunan. Berdasarkan penelitian nilai parameter BOD turun menjadi 42,21 mg/L. Nilai persentase penurunan dari kadar BOD sebesar 89,42 %.

D. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pengolahan limbah cair UD. Nagata Tuna dapat dilakukan dengan proses koagulasi-flokulasi menggunakan serbuk biji asam jawa dan dilanjutkan dengan proses filtrasi menggunakan unit filter. Hasil dari penelitian ini adalah:

1. Pengolahan limbah cair UD. Nagata Tuna dengan proses filtrasi menggunakan unit filter yang terdiri dari empat media penyaringan yaitu zeolit, pasir silika, karbon aktif dan spon filter mampu menetralkan kadar pH dari 6,5 menjadi 7,7, menurunkan kadar kekeruhan dari 130,2 NTU menjadi 29,4 NTU, TSS dari 207 mg/L menjadi 39,5 mg/L, COD dari 412,33 mg/L menjadi 119,88 mg/L dan BOD dari 400,25 mg/L menjadi 42,21 mg/L.
2. Pengolahan limbah cair UD. Nagata Tuna dengan metode kombinasi koagulasi-flokulasi dan metode filtrasi didapatkan persentase penurunan dari tiap-tiap parameter. penetralan parameter pH dari 6,5 menjadi 7,7, persentase penurunan kadar kekeruhan sebesar 77,41 % dari nilai kekeruhan 130,2 NTU menjadi 29,4 NTU, persentase penurunan kadar TSS sebesar 80,91 % dari nilai TSS 207 mg/L menjadi 39,5 mg/L, persentase penurunan kadar COD sebesar 70,92 % dari nilai COD 412,33 mg/L menjadi 119,88 mg/L dan persentase penurunan kadar BOD sebesar 89,45 % dari nilai BOD 400,25 mg/L menjadi 42,21 mg/L.

Beberapa hal yang dapat disarankan untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan riset dari penelitian ini adalah:

1. Sebaiknya perlu diuji pengolahan limbah cair tanpa menggunakan metode koagulasi-flokulasi, langsung dengan metode filtrasi mungkin bisa menghemat waktu dan tenaga dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Andre, Wardhana, I. W., & Sutrisno, E. (2015). Penggunaan Tepung Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*) Sebagai Biokoagulan Untuk Menurunkan Kadar Fosfat Dan COD Pada Air Limbah Usaha Laundry. 4 no 4, 68–70.
- Anggraeni, D., Sutanahaji, alexander tunggul, & Rahadi, I. bambang. (2014). Pengaruh Volume Lumpur Aktif Dengan Proses Kontak Stabilisasi Pada Efektivitas

Pengolahan Air Limbah Industri Pengolahan Ikan. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 1(3), 6–12.

Athallah, T., & Hamid, A. H. (2018). Analisis Efisiensi Kinerja Rantai Pasok Ikan Tuna Pada Cv. Tuah Bahari Dan Pt. Nagata Prima Tuna Di Banda Aceh Performance Efficiency Analysis Of Tuna Fish Supply Chain At Cv. Tuah Bahari And Pt. Nagata Prima Tuna In Banda Aceh. *Marine Fisheries*, 9(2), 169–181.

Badan Standardisasi Nasional. (2004). Air dan Air Limbah – Bagian 80 : Cara uji Kebutuhan Padatan Terlarut (Total Suspended Solid /TSS). *SNI 06-6989.3.2004*.

Badan Standardisasi Nasional. (2009a). Air dan Air Limbah – Bagian 72 : Cara uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand /BOD). *Sni 6989.2:2009*, 1–28.

Badan Standardisasi Nasional. (2009b). Air dan Air Limbah – Bagian 73 : Cara uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Chemical Oxygen Demand /COD). *SNI 6989.2-2009*, 1–16.

Badan Standardisasi Nasional. (2014). Air dan air limbah – Bagian 11: Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter. *Sni 06-6989.11-2019*, 7.

Desi Wulansari, P. (2019). Pengelolaan Limbah pada Pabrik Pengolahan Ikan di PT. Kelola Mina Laut Gresik
<i>[Waste Treatment at Fish Processing Company in Kelola Mina Laut Incorporated Gresik East Java Province]</i>. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 3(1), 123.

Hadiatna, F., & Susana, R. (2019). Rancang Bangun Smart pH Meter Sebagai Alat Ukur Pemantau Larutan Nutrisi. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 7(2), 404.

Hendrawati, H., Sumarni, S., & Nurhasni, . (2015). Penggunaan Kitosan sebagai Koagulan Alami dalam Perbaikan Kualitas Air Danau. *Jurnal Kimia VALENSI*, 1(1), 1–11.

Ibrahim, B. (2005). Kaji Ulang Sistem Pengolahan Limbah Cair Industri Hasil Perikanan Secara Biologis Dengan Lumpur Aktif. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 8(1), 31–41.

- Jannah, R. (2020). Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) Sebagai Biokoagulan Untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Pengolahan Ikan.
- KEPMENLH. (2004). Keputusan Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Khairunnisa. (2021). Pengolahan Air Bersih Dengan Metode Filtrasi Menggunakan Media Arang Aktif Kulit Durian.
- Manggabarani, S., Nurhafsa, Asriani, Laboko, & Masriani. (2018). Karakteristik Kandungan Albumin Pada Jenis Ikan Di Pasar Tradisional Kota Makassar. *1(1)*, 30–35.
- Muflih, A. (2013). Sistem pengolahan limbah cair industri produk perikanan. *Samakia : Jurnal Teknik Perikanan*, *4(2)*, 99–104.
- Muhammad Said. (2008). Pengolahan Limbah Cair Hasil Pencelupan Benang Songket Dengan Metoda Filtrasi Dan Adsorpsi.
- Novia, A. A., Nadesya, A., Harliyanti, D. J., Ammar, M., & Arbaningrum, R. (2019). Alat Pengolahan Air Baku Sederhana Dengan Sistem Filtrasi. *Widyakala Journal*, *6*, 12.
- Nugraha, K. A., Wesen, P., & Mirwan, M. (2018). Pemanfaatan Bittern Sebagai Koagulan Alternatif Pengolahan Limbah Tepung Ikan. *Jurnal Ilmu Teknik Lingkungan*, *8(1)*, 1–9.
- Pamungkas, M. T. O. A. (2016). Studi Pencemaran Limbah Cair Dengan Parameter Bod5 Dan Ph Di Pasar Ikan Tradisional Dan Pasar Modern Di Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, *4(2)*, 166–175.
- Poerwanto, D. D., Hadisantoso, E. P., & Isnaini, S. (2015). Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*) Sebagai Koagulan Alami Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Farmasi. *Al-Kimiya*, *2(1)*, 24–29.
- Pratiwi, N. P. R. K., Sibaran, J., & Puspawati, N. M. (2019). Aplikasi Koagulan Alami Ekstrak Air Kulit Singkong (*Manihot esculenta*) dalam Pengolahan Limbah Zat Warna Malachite Green, Remazol Blue, dan Indigosol Violet. *Indonesian E-Journal of Applied Chemistry*, *7(2)*, 75–83.

- Puspita, L. S. dan I. D. (2020). manajemen limbah industri perikanan. In *Gajah Mada University Press*.
- Rahimah, Z., Heldawati, H., & Syauqiah, I. (2016). Pengolahan Limbah Deterjen Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Kapur Dan Pac. *Konversi*, 5(2), 13.
- Ropputri, M. (2014). Penurunan Total Suspended Solid Dan Kekeruhan Limbah Cair Home Industry Batik Jetis Sidoarjo Menggunakan Koagulan Alami Dari Biji Kelor (*Moringa oleifera Lamk*) Dan Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus Lamk*).
- Rumi, S. (2021). Penyisihan Polutan Pada Limbah Binatu Menggunakan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Skripsi*.
- Rusydi, A. F., Suherman, D., & Sumawijaya, N. (2016). Pengolahan Air Limbah Tekstil Melalui Proses Koagulasi – Flokulasi dengan Menggunakan Lempung Sebagai Penyumbang Partikel Tersuspensi. *Arena Tekstil*, 31(2), 107.
- Sari, N. I. (2018). Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica L.*) Sebagai Biokoagulan Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil. *Director*, 15(40), 6–13.
- Setiadi, T., Ismail, G. A., YAMAGUCHI, T., Sutani, D., & Watari, T. (2019). *Pedoman Pengolahan Air Limbah Industri Pengolahan Ikan di Indonesia* (Issue August 2020).
- Setiyono, S., & Yudo, S. (2018). Potensi Pencemaran Dari Limbah Cair Industri Pengolahan Ikan Di Kecamatan Muncar, Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Air Indonesia*, 4(2), 136–145.
- Zaeni, M. N., Risnawati, R., Lugina, H., & Susandi, D. (2019). Rancang Bangun Sistem Pengolahan Limbah Cair Menggunakan Metode Adsorpsi Dan Filtrasi Secara Otomatis Dengan Arduino Uno R3. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1), 12–17.